

- SCHENKKAN, E. J. (1973): On the comparative anatomy and functions of the nasal tract in Odontocetes (Mammalia, Cetacea). *Bijdragen tot de Dierkunde* **43**, 127–159.
- SCHENKKAN, E. J.; PURVES, P. E. (1973): The comparative anatomy of the nasal tract and the spermaceti organ in the Physteridae (Mammalia, Odontoceti). *Bijdragen tot de Dierkunde* **43**, 93–112.
- SCHREIBER, K. (1916): Zur Entwicklungsgeschichte des Walschädels. Das Primordialcranium eines Embryo von *Globicephala melas* (13,3 cm). *Zool. Jb. Anat.* **39**, 201–236.
- SLIJPER, E. J. (1936): Die Cetaceen, vergleichend-anatomisch und systematisch. *Capita Zoologica* **7**, 1–590.
- (1962): Whales. London: Hutchinson and Co.
- WALKER, R. A. (1964): Mammals of the world. Baltimore: John Hopkins Press.
- WATSON, L. (1981): Whales of the world. London: Hutchinson.

Anschriften der Verfasser: GÜNTHER BEHRMANN, Institut für Meeresforschung, Abteilung Nordseemuseum, Am Handelshafen 12, D-2850 Bremerhaven 1, und Prof. Dr. MILAN KLIMA, Zentrum der Morphologie der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Theodor-Stern-Kai 7, D-6000 Frankfurt am Main

Zur Baubenutzung und ihrer Funktion beim Fuchs (*Vulpes vulpes* L.)

Von D. WEBER

Aus dem Lehrstuhl für Biogeographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Eingang des Ms. 12. 4. 1985

Abstract

Den use by foxes (Vulpes vulpes L.) and its function

Studied den use by foxes in south-west Germany, in order to understand the function of this behaviour. In two different habitats near Saarbrücken, the use of 107 dens by foxes was checked regularly within a year. Further data were obtained by radio-tracking and other methods. Regular use of dens as resting sites occurred only in females during the breeding season and in cubs. During winter, specially under bad weather conditions, foxes occasionally slept inside earths. In late autumn and winter, the foxes showed much interest in dens, sometimes leaving urine marks at the entrances, and often sleeping near them, but normally outside. Throughout the year, foxes seemed to avoid staying inside dens whenever possible.

A model is proposed, which explains the observed patterns of choosing dens as resting places and allows predictions about this behaviour under different conditions. According to this model, foxes optimize by their decision wether to sleep inside or outside dens 1. the benefits of shelter offered by dens, 2. the costs of travel between hunting and resting places and 3. the risk of being shot or gassed at dens.

Einleitung

„Bei Platzregen, Sturm, kalter Witterung und während der Paarungszeit, auch im Sommer während der größten Hitze, oder solange die Füchsin kleine Junge hat, findet man unseren Buschklepper regelmäßig in seinem Baue; bei günstiger Witterung aber durchwandert er sein Gebiet und ruht da aus, wo sich gerade ein passendes Plätzchen findet.“

Seit ALFRED BREHM diese Zeilen im Jahre 1879 in seinem „Tierleben“ veröffentlichte, ist kaum Neues über die Baubenutzung von Füchsen bekannt geworden. BURROWS (1968)

betont, daß der Fuchs „von Natur aus kein Baubewohner“ sei, eine Feststellung, die bereits bei GESNER (1606) zu finden ist, der seinerseits ARISTOTELES zitiert. Darüber hinaus finden sich nur einige Gelegenheitsbeobachtungen, hauptsächlich in der Jagdliteratur, und eine Arbeit von KLENK (1969), der die Nutzungsmuster von 12 Fuchsbauen beobachtete.

Da das gebietspezifische Angebot an Bauen in manchen Landschaftstypen von den Füchsen nur unwesentlich beeinflusst werden kann und Baue somit eine begrenzte Ressource darstellen können (WEBER 1983), stellt sich die Frage, ob und wozu Füchse Baue überhaupt brauchen.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, aufgrund der Baunutzungsmuster von Füchsen Modelle zum adaptiven Wert dieses Verhaltens zu entwickeln, die Voraussagen über Baunutzung unter unterschiedlichen landschaftlichen, klimatischen und jagdlichen Verhältnissen erlauben. Unter der Voraussetzung, daß Füchse die Entscheidung, ob in einem Bau oder einem überirdischen Versteck geruht werden soll, optimal treffen, läßt sich der Wert der vorgeschlagenen Funktionshypothesen aufgrund solcher Voraussagen überprüfen.

Die Untersuchungen wurden 1980 und 1981 im Rahmen eines langjährigen Forschungsprojektes über die Populationsbiologie des Fuchses im Saarland (Bundesrepublik Deutschland) durchgeführt. Unter der Leitung von E. ZIMEN werden in diesem Projekt von verschiedenen Mitarbeitern insbesondere Fragen zur Bioindikation, Populationsbiologie, Tollwut-Epidemiologie, Habitatnutzung, Ernährungsstrategie und Soziobiologie des Fuchses (*Vulpes vulpes* L.) untersucht.

Material und Methoden

Detaillierte Angaben über Probeflächen, Bauangebot und Fuchspopulationen wurden an anderer Stelle publiziert (ZIMEN 1982a, 1982b; GÜRTLER und ZIMEN 1982; WEBER 1983); sie werden hier nur knapp und unvollständig zusammengefaßt.

Auf zwei Probeflächen im Saarland wurden sämtliche als Baue in Frage kommenden Objekte kartiert (WEBER 1983) und im Abstand von 12 bis 16 Tagen auf ihre Benutzung geprüft. Der Stadtwald Saarbrücken, ein reines Waldgebiet von 462 ha auf Buntsandstein, ist fast vollständig von Siedlungen umschlossen und dient als städtisches Erholungsgebiet. Baue sind hier wegen günstiger geologischer Verhältnisse und anthropogener Strukturen reichlich vorhanden und gleichmäßig verteilt. Der Jagddruck auf Füchse ist bescheiden, die Populationsdichte hoch. Die Probefläche Bliesgau Forst (1000 ha) ist zu 35 % bewaldet und ansonsten landwirtschaftlich genutzt. Ungünstige geologische Verhältnisse beschränken hier das Bauangebot und konzentrieren es auf einige wenige Stellen. Die Füchse sind im Bliesgau ganzjährig einem hohen Jagddruck ausgesetzt.

Im Stadtwald wurden insgesamt 52, im Bliesgau 55 Baue kontrolliert. Die Zahl der jeweils kontrollierten Baue war nicht immer gleich, da die Kontrollen schon vor dem vollständigen Abschluß der Kartierungen begonnen wurden und im Stadtwald neue Baue von den Füchsen auch im Verlaufe der Untersuchungen angelegt wurden.

An jede Röhre eines Baues wurde ein Stöckchen gestellt und bei den Kontrollen vermerkt, welche Stöckchen umgefallen waren (NEAL 1971; BURROWS 1968; KLENK 1969). Nicht benutzte Baue werden nach dieser Methode gut erkannt. So war bei 97 Bauen, in die Fuchsspuren im Schnee führten, nur zweimal das Stöckchen nicht umgeworfen worden. Neben Füchsen benutzten auch Dachse, Kaninchen, Marder und gelegentlich auch andere Tiere die Baue. Daher wurden befahrene Baue immer nach Spuren (Trittsiegel, Haare, Losungen, Fraßreste) und auf ihren Geruch hin überprüft. Gelegentlich gelangen auch Direktbeobachtungen. Baue, die ohne sicheren Artnachweis befahren waren, wurden derjenigen Art zugerechnet, die als letzte den Bau nachweislich benutzt hatte.

Zur Prüfung dieser Interpretation wurde die Zahl der von Füchsen befahrenen Baue nach der folgenden Formel berechnet: $F = NS_f + N?$ (NS_f/NS_a). Dabei sind: F die Zahl der von Füchsen benutzten Baue; N? die Zahl benutzter Baue ohne Artnachweis; NS_f die Zahl benutzter Baue mit Fuchsnachweis; NS_a die Zahl benutzter Baue mit Nachweisen anderer Arten.

Die nach dieser Formel berechneten Summen von Füchsen benutzter Baue korrelieren eng mit denjenigen, die aufgrund der erstgenannten Methode ermittelt wurden (Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: $r_s = 0,986 > 0,674 = r_{s, 0,001}$). Fehler nach diesen Methoden ergeben sich allerdings aus der Tatsache, daß nicht alle baubenutzenden Arten gleich deutliche Spuren hinterlassen und der Geruch des Fuchses für die menschliche Nase deutlicher wahrzunehmen ist als derjenige von Dachsen und Kaninchen. Im Stadtwald ist dieser Fehler unbedeutend, da dort fast nur Füchse die Baue

benutzen; im Bliesgau hingegen dürfte der tatsächliche Fuchsanteil im Sommer etwas niedriger liegen als berechnet.

36 freilebende Füchse, die mit Halsbandsendern im 150 Mhz-Bereich markiert waren, wurden systematisch radiotelemetrisch überwacht. Außer dem Aufenthaltsort der Tiere konnte festgestellt werden, ob sie sich bewegten oder in Ruhe befanden. Bei Dauerbeobachtungen wurde während 12 oder mehr Stunden alle 10 Minuten eine genaue Ortung des Tieres vorgenommen und seine Aktivität festgestellt.

Um die Bedeutung des Baues als Zufluchtsort nach Störung zu ermitteln, wurden mit den markierten Füchsen Experimente durchgeführt. Dabei wurde zunächst der Aufenthaltsort des ruhenden Tieres festgestellt. Danach näherte ich mich, normal marschierend, von derjenigen Seite dem Fuchs, die dem nächstgelegenen Bau entgegengesetzt war. Nachdem der Fuchs geflüchtet und neuerdings in Ruhe war, wurde wiederum der Aufenthaltsort festgestellt. Außerdem wurden weitere Umstände festgehalten wie Fluchtdistanz, Dauer und Länge der Flucht, Wetter und Zeit.

Während bei den Stör-Experimenten alle markierten Füchse eingesetzt wurden, konnten nur bei 7 Altfüchsen weitere Daten über die Baubenutzung gewonnen werden. Es handelt sich dabei um zwei Fähen und einen Rüden aus dem Stadtwald sowie zwei Fähen und zwei Rüden aus dem Bliesgau.

Während der Aufzuchtzeit wurde so oft als möglich an Mutterbauen angesessen. Meist fanden diese Ansätze abends statt, von ca. 1 h vor Sonnenuntergang bis 23 Uhr (OEZ). Diese Beobachtungen ergaben Informationen über Geheckgrößen, Alter der Welpen, Datum des ersten Erscheinens vor dem Bau, Datum des Verlassens des Mutterbaues, Aktivitäten am Bau.

Weiteren Aufschluß über die Baubenutzung ergaben das Ausführen im Schnee, zahlreiche Fangaktionen mit Bauhunden und Reusenfallen sowie einige Zufallsbeobachtungen während der Baukontrollen.

Unter dem Begriff „Baunutzungsmuster“ werden im folgenden räumliche und zeitliche Gesetzmäßigkeiten oder Verallgemeinerungen bei der beobachteten Benutzung von Bauen verstanden. Der Begriff „Ruhezeit“ steht für diejenige Zeitspanne, in der sich ein beobachteter Fuchs nicht bewegte; der Begriff „Ruhephase“ beschreibt die Tatsache, daß sich ein Fuchs während mindestens 10 Minuten nicht bewegte, ohne daß die gesamte Dauer dieses Zustandes bekannt wäre.

Ergebnisse

Baukontrollen

Summen benutzter Baue im Jahresverlauf

Im Stadtwald liegt der Anteil benutzter Baue höher als im Bliesgau (Abb. 1). Dies kann an einer höheren Fuchsdichte im Stadtwald (bezogen auf die Zahl vorhandener Baue) oder an einer erhöhten Bereitschaft der Füchse liegen, einen Bau als Ruheplatz zu wählen. In beiden Gebieten lassen sich aber im Jahresverlauf die gleichen fünf Phasen unterschiedlicher Baubenutzung erkennen:

„Frühwinter“ (Oktober bis Januar): Die Zahl benutzter Baue nimmt zu und erreicht im Dezember ein Maximum.

„Ranz“ (Januar): In dieser Zeit werden deutlich weniger Baue benutzt als im übrigen Winter.

„Wurfzeit“ (Februar und März): Eine Phase mit sehr vielen benutzten Bauen.

„Frühe Aufzuchtzeit“ (April/Mai): Die Summen liegen jetzt tiefer als im Winter und nehmen allmählich ab.

„Sommer“ (ab Juni): Kaum noch benutzte Baue.

Regelmäßigkeit der Baunutzungsmuster

Wie die Anzahl benutzter Baue verändert sich auch die Regelmäßigkeit der Nutzungsmuster im Jahresverlauf (Abb. 2). Besonders konstante Baunutzungsmuster wurden vor Beginn der Ranzzeit und in der Wurf- und frühen Aufzuchtzeit festgestellt. Die Unregelmäßigkeiten im Winter ergeben sich hauptsächlich durch extensive Nutzung sehr vieler Baue, während die Veränderungen im Mai darin bestehen, daß außer den Mutterbauen fast alle Baue aufgegeben werden.

Abb. 1. Summen benutzter Baue im Jahresverlauf. Angegeben ist der Anteil der von Füchsen benutzten Baue an der Zahl kontrollierter Baue. 100% entsprechen meist 52 (Stadtwald) bzw. 55 (Bliesgau) Baue. Angaben aus dem Stadtwald liegen nur für die Monate Dezember bis Juli vor

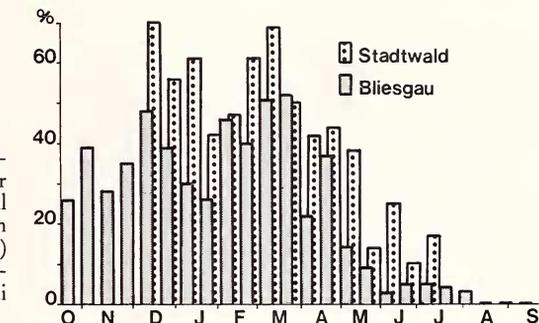
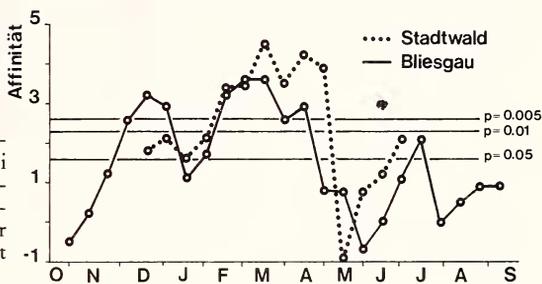


Abb. 2. Regelmäßigkeit der Baunutzungsmuster im Jahresverlauf. Die bei jeweils zwei aufeinander folgenden Baukontrollen vorgefundenen Nutzungsmuster wurden auf die Signifikanz positiver Assoziation benutzter Baue (Affinität nach FAGER 1957) geprüft



Markieren und Inspizieren von Bauen

Oft markierten die Füchse Röhreneingänge oder das Baugebiet mit Urin, seltener auch mit Losungen. Dadurch entsteht der charakteristische Fuchseruch eines benutzten Baues. Nicht jeder markierte Bau wurde aber tatsächlich betreten und viele benutzte Baue wurden nicht markiert. Die Häufigkeit des Markierens veränderte sich im Jahresverlauf nur unwesentlich, dagegen zeigen sich beträchtliche Unterschiede zwischen den beiden Probeflächen: Im Stadtwald wurden 50 % der befahrenen Baue markiert, im Bliesgau nur 29 %. Am extremsten war dieser Unterschied mit 82 % gegenüber 20 % im Dezember.

Häufig wurden Baue von Füchsen aufgesucht, ohne betreten zu werden. Das Verhalten, sich bis auf weniger als einen Meter einer Röhre zu nähern, diese aber nicht zu betreten, nenne ich im folgenden „Inspizieren“. Vielfach wurden inspizierte Baue auch markiert. Da Inspizieren nur bei Schnee mit Sicherheit nachgewiesen werden kann, kann seine Häufigkeit nur im Winter genau ermittelt werden. Besonders viele Baue wurden anfangs Winter inspiziert (Abb. 3). In dieser Zeit folgte ich gelegentlich Fuchsfährten, die an bis zu 10 Baue führten, ohne daß ein einziger betreten wurde.

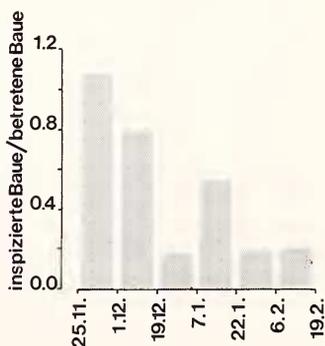


Abb. 3. Häufigkeit des Inspizierens von Bauen im Vergleich zum Betreten von Bauen. Die Berechnungen basieren auf Beobachtungen von 148 Fährten im Schnee

Weitere Aktivitäten an Bauen

Im Bliesgau gruben die Füchse nur wenig an den Bauen, was hier aufgrund der geologischen Verhältnisse auch nur beschränkt möglich ist (WEBER 1983). Im Stadtwald hatte die Grabtätigkeit kurz vor der Wurfzeit ihren Höhepunkt (Abb. 4). Zu dieser Zeit wurden auch 5 neu angelegte Baue gefunden.

Während der Ranz deutete manches auf besondere Fuchs-Aktivitäten an gewissen Bauen. Während normalerweise ein oder zwei Pässe an einen befahrenen Bau führten, waren jetzt um die „Ranzbaue“ Fahrten aus allen Richtungen in großer Zahl anzutreffen. Der Schnee war bisweilen im Umkreis von über 10 m flächig zertreten. Überall fanden sich Urinmarken; solche Baue waren schon aus größerer Distanz zu riechen. Diese Aktivitäten scheinen wenig mit dem Betreten des Baues zu tun zu haben; ein Ranzbau stand während des ganzen Januars randvoll Wasser und ein weiterer war in dieser Zeit ebenfalls nicht betreten worden. Leider konnte trotz einiger Ansitz-Beobachtungen nicht geklärt werden, wie viele verschiedene Füchse sich an einem Ranzbau aufhielten und was sie da trieben. Nur ein kleiner Teil der von Füchsen aufgesuchten Baue wies jedoch zur Ranzzeit die geschilderten Merkmale auf. Die Ranzbaue verteilten sich ziemlich gleichmäßig im Gebiet.

Oft ruhten Füchse nur wenige Meter von einem Bau entfernt über der Erde, wo sie im Winter charakteristische Liegeplätze im Schnee hinterließen. An solchen Plätzen scharren die Füchse im Gegensatz zu Rehen den Schnee oder das Laub nicht weg. Frische Liegeplätze riechen deutlich nach Fuchs. Der Schnee ist meist verschmutzt und normalerweise finden sich auch Fuchshaare an diesen Stellen.

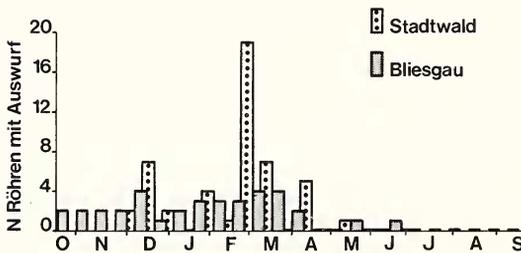


Abb. 4. Spuren der Grabtätigkeit von Füchsen an den kontrollierten Bauen. Die Baue im Stadtwald wurden nur von Dezember bis Juli beobachtet

Ergebnisse der Radiotelemetrie

Baue als Ruheplätze im Jahresverlauf

Von 5 Altfüchsen, die über längere Zeit intensiv beobachtet wurden, konnte insgesamt 389mal der genaue Ort festgestellt werden, an dem sie ruhten (Abb. 5). In manchen Fällen konnte nicht entschieden werden, ob sich ein Fuchs in unmittelbarer Nähe des Baues oder unter der Erde aufhielt, da die beobachteten Tiere nicht gestört werden sollten. Die im Frühwinter und zur Ranzzeit häufig an Bauen beobachteten Liegeplätze lassen aber vermuten, daß viele der fraglichen Ruhephasen oberirdisch verbracht wurden. Nur zwischen Ranz und Entwöhnung der Welpen ruhten die Fähen mehrheitlich im Bau, während der Rüde bereits im März hauptsächlich oberirdische Verstecke aufsuchte. Von Juni bis September wurde kein Altfuchs mehr in einem Bau angetroffen.

Zur Berechnung des Anteils von in Bauen verbrachter Ruhezeit wurden nur Beobachtungen verwendet, bei denen ein Fuchs während mindestens 10 Stunden dauernd überwacht wurde. Von den Fähen liegen 358 h Beobachtungszeit in Ruhe vor. Ein Vergleich der Ruhezeiten mit den Ruhephasen zeigt Unterschiede im Januar und im Februar. Obwohl die Füchse im Winter viele Ruhephasen in Bauen oder ihrer Nähe verbrachten, wurde die meiste Ruhezeit anderswo zugebracht; es sind somit hauptsächlich die kurzen Ruhephasen, für die ein Bau aufgesucht wurde.

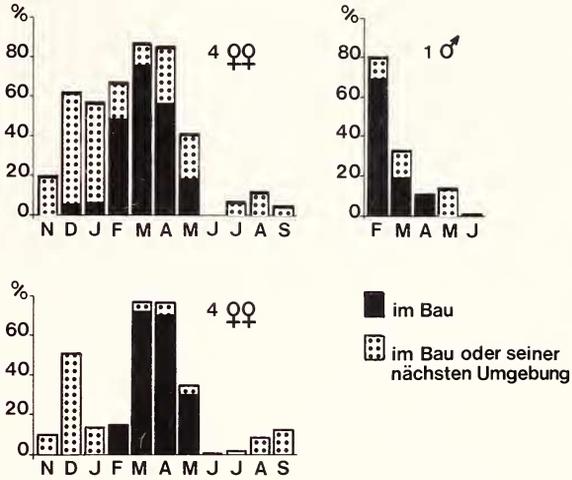


Abb. 5. Die Wahl von Bauen als Ruheplätze bei 5 telemetrisch überwachten Füchsen. Angegeben ist der Anteil von in Bauen verbrachten Ruhephasen (oben) und der Anteil von in Bauen verbrachter Ruhezeit (unten). Auf Angaben über die Ruhezeit beim Rüden wird verzichtet, da zu wenige Dauerbeobachtungen durchgeführt wurden

Baue als Ruheplätze bei verschiedenem Wetter

Während der Aufzuchtzeit ruhten die Fähen unabhängig vom Wetter hauptsächlich im Bau. Die Daten aus dem Winter lassen jedoch einen Zusammenhang zwischen der herrschenden Witterung und der Wahl des Ruheplatzes erkennen (Abb. 6). Baue wurden hauptsächlich bei naßkaltem Wetter benutzt. Auch bei Schnee- und Graupelfall wurden aber mehrheitlich überirdische Verstecke gewählt. Eine Jägerregel, die besagt, daß ein Fuchs mit nassem Balg nicht in einen Bau gehe, wurde geprüft und verworfen: bei mindestens 7 der 14 bei schlechtem Wetter im Bau verbrachten Ruhephasen muß der betreffende Fuchs vorher naß gewesen sein.

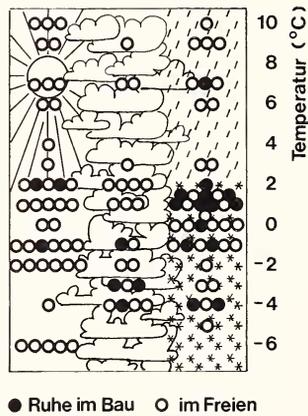


Abb. 6. Die Wahl des Ruheplatzes bei unterschiedlichem Wetter in den Monaten November bis Februar. Die Angaben stammen aus telemetrischer Beobachtung von 4 Fähen und 3 Rüden. Jeder Kreis steht für eine Ruhepause eines Fuchses

Nutzung verschiedener Baue

Alle markierten Altfüchse hatten einen bevorzugten Bau (Tab. 1). Bei den Fähen handelte es sich dabei um den Mutterbau. Fähe „100“ ruhte anfangs oft in einem andern Bau, der ca. 100 m von demjenigen entfernt war, an dem später die Welpen beobachtet wurden. Es wäre denkbar, daß sie in diesem Bau gewölft hat und erst später mit den Welpen umgezogen ist. Der Rüde „Gep“ war weniger an einen bestimmten Bau gebunden als die Fähen.

Tabelle 1

Nutzung verschiedener Baue durch
4 Füchse von Februar bis Mai

Fuchs	Bau Nr.	N Ruhephasen
„Mala“ ♀	1	25
	2	3
	3	1
„100“ ♀	1	10
	2	23
„Coma“ ♀	1	24
„Gep“ ♂	1	10
	2	3
	3	2
	4	1
	5	1

Baue als Zufluchtsort nach Störungen

Bei Altfüchsen wurden 55, bei Jungfüchsen 43 Fluchten absichtlich ausgelöst, nachdem ihr Ruheplatz festgestellt worden war. Nur zweimal floh ein Altfuchs in einen Bau: Beide Male handelte es sich um den Rüden „Gep“. Bei den Jungfüchsen endeten vier Fluchten im Bau; auch die beiden betreffenden Tiere flohen aber mehrheitlich in überirdische Verstecke.

Im Winter weckte ich einmal einen direkt am Bau schlafenden Fuchs auf, der darauf vom Bau weg floh, obwohl er dazu in einer Distanz von 2–3 m an mir vorbeilaufen mußte. Die nächste Röhre hatte sich in einer Entfernung von ca. 1 m befunden. Ich folgte der Fährte dieses Fuchses und traf ihn vor dem Eingang eines anderen Baues liegend, der 70 m entfernt lag. Neuerdings aufgeschreckt, floh er wieder-

um nicht in den Bau, sondern in eine nahegelegene Dichtung. Bei zwei weiteren Gelegenheiten waren die Füchse, wiederum direkt am Bau ruhend, kurz vor meiner Ankunft aufgewacht, ihre Flucht jedoch noch zu hören. Auch diese Füchse entfernten sich vom Bau, wie sich aufgrund der Spuren im Schnee zeigte, und versteckten sich anderswo.

Beziehungen zum Bau während der Aktivitätsphasen

Abb. 7 zeigt, in welchen Distanzen zu den jeweils letztmals benutzten Bauen zwei Fähen aktiv waren. Es wurden nur Aktivitätsphasen von mehr als 10 min Dauer erfaßt. Die intensive Betreuung der Welpen führte offenbar dazu, daß vom Mutterbau weit entfernte Gebiete während der Aufzuchtzeit kaum noch aufgesucht wurden. Kurze Besuche von Bauen, in denen nicht geruht wird, sind mit der verwendeten Methode nicht erfaßt worden; aufgrund der Resultate der Baukontrollen scheinen sie aber im Winter oft vorzukommen.

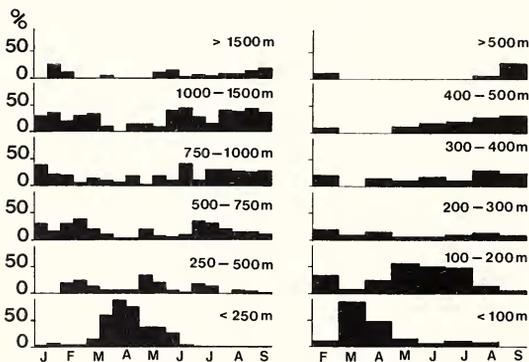


Abb. 7. Distanzen zum Bau während aktiver Phasen bei zwei Fähen aus dem Bliesgau (links) und dem Stadtwald (rechts). Lokalisationen wurden im Abstand von 10 min vorgenommen. Angegeben sind die Anteile von Lokalisationen in den verschiedenen Distanzklassen während jeweils eines halben bzw. ganzen Monats. Die Berechnungen erfolgten auf der Grundlage von 846 bzw. 93 h Beobachtungszeit während aktiver Phasen

Direktbeobachtungen

Nachdem die Welpen im Alter von 4–6 Wochen anfangen, vor dem Bau zu spielen, entstehen die für Mutterbaue typischen Spielplätze. An 16 solchermaßen erkannten Mutterbauen wurden insgesamt 55 Ansichtsbeobachtungen durchgeführt. Es gelang auf diese

Tabelle 2

Auszug der Fähen und der Welpen aus dem Mutterbau bei 7 Gehecken
Angaben in Wochen

Alter der Welpen bei Auszug der Fähe	Dauer bis zum Auszug der Welpen
<5	1
5-6	1
5-6	3
6-7	2
6-7	0
6-8	>4
6-8	>6

Weise bei 7 Gehecken, den Zeitpunkt, an dem die Welpen und die Fähen den Bau letztmals betraten, auf wenige Tage genau zu bestimmen (Tab. 2). Das Alter der beobachteten Welpen wurde aufgrund ihrer Größe geschätzt.

Die Werte zeigen, daß der Mutterbau von den Jungfüchsen unterschiedlich lange als Ruheplatz benutzt wurde. Bevor diese den Bau verließen, hatten die Altfüchse längst oberirdische Verstecke bezogen und ihre Jungen vor dem Bau betreut.

Diskussion

Die Baubenutzung im Jahresverlauf

In diesem Abschnitt wird versucht, aufgrund der verschiedenen Ergebnisse ein Bild der Baubenutzung durch Füchse im Jahresverlauf zu entwerfen und dieses mit den spärlichen Literaturangaben zu vergleichen. Wegen des Mangels an Telemetriedaten männlicher Altfüchse muß dieses Bild leider unvollständig bleiben.

Vom Herbst zum Winter nimmt die Zahl benutzter Baue zu und erreicht im Dezember ein Maximum. In diesem Zeitraum werden fast alle vorhandenen Baue betreten oder inspiziert. Gelegentlich wird auch etwas gegraben. Die Regelmäßigkeit der Baubenutzungsmuster nimmt zu, doch ruhen die Füchse meist nicht in Bauen, häufig hingegen in ihrer Nähe. Nur bei naßkaltem Wetter dienen Baue gelegentlich als Ruheplätze. LÖNS (1916) schildert in einer Novelle anschaulich, wie vor der Ranz die Füchse unruhig von Bau zu Bau ziehen, was mit meinen Beobachtungen gut übereinstimmt.

Während der Ranz werden nur noch wenige Baue regelmäßig aufgesucht. KLENK (1969) beobachtete ähnliches. Auch jetzt verbringen die Füchse ihre Ruhezeit hauptsächlich über der Erde, doch sind sie nachts an den „Ranzbauen“ sehr aktiv. In der Jagdliteratur finden sich Berichte von Bauen, in denen sich zur Paarungszeit mehrere Rüden mit einer Fähe aufhielten (MÜLLER-USING 1972).

Nach der Ranz nimmt die Zahl benutzter Baue wieder zu und erreicht im März Höchstwerte. In dieser Zeit wird am meisten gegraben und gelegentlich werden auch neue Baue angelegt, sofern die Verhältnisse dies ermöglichen (WEBER 1983). Viele Baue sind nun regelmäßig befahren, spätestens jetzt auch die Mutterbaue. Die Fähen ruhen zunehmend im Bau, die Rüden immer weniger. Nach der Geburt der Welpen halten sich die Fähen fast ausschließlich im oder am Mutterbau auf. Möglicherweise werden sie in dieser Zeit vom Rüden mit Nahrung versorgt (TEMBROCK 1958). Diejenigen Baue, die im Vorfrühling nur unregelmäßig benutzt werden, dienen gelegentlich den Rüden als Ruheplatz. Auch die Fähen kommen bisweilen vorbei, womöglich um geeignete Ausweichquartiere zu inspizieren.

Im Verlaufe des Frühlings werden immer weniger Baue befahren, bis schließlich fast nur noch die Mutterbaue übrig bleiben. Ein Umzug der Welpen von einem kleinen Wurf- in einen größeren Mutterbau, der nach BURROWS (1968) in England die Regel sein soll, stellt in meinem Untersuchungsgebiet sicher eine Ausnahme dar. Nachdem die Welpen ein Alter von 5 bis 8 Wochen erreicht haben, betreten die Altfüchse bis zum nächsten Herbst kaum noch Baue. Die Welpen werden jetzt vor dem Bau betreut, aus dem sie zur Futterübergabe

von den Altfüchsen gelockt werden können (LLOYD 1980; LABHARDT pers. Mitt.). Im Alter von 6 bis 16 Wochen verlassen auch die Welpen den Bau, ausnahmsweise noch später. LLOYD (1980) gibt ein Alter von 6 bis 8 Wochen an, was sicher nicht allgemein gelten kann. LABHARDT (pers. Mitt.) fand bei Basel noch im Oktober einen Mutterbau regelmäßig von den Jungfüchsen benutzt.

In unserem Gebiet gibt es im Sommer fast keine befahrenen Baue mehr und kein Altfuchs wurde in dieser Zeit in einem Bau ruhend festgestellt. KLENK (1969) fand hingegen bei Zürich im August viele befahrene Fuchsbaue.

Zur Funktion der Baubenutzung

Bedeutung des Baues für Welpen

Bei fast allen Caniden und den meisten anderen Arten der Ordnung Carnivora verbringen die Jungtiere ihre ersten Lebenswochen oder -monate in einem Bau. Die im Vergleich zu anderen Säugetieren relativ unentwickelt geborenen Jungtiere scheinen dieses Schutzes aus verschiedenen Gründen zu bedürfen. Ob Raubtiere Nesthockerjunge haben, weil damit die Geschicklichkeit der Mutter bei der Jagd weniger beeinträchtigt wird, oder weil die verlängerte Betreuungsphase mehr Möglichkeiten zur Traditionsvermittlung bietet, sei hier nicht diskutiert.

Fuchswelpen werden im Vorfrühling geboren und entwickeln erst in einem Alter von ungefähr 3 Wochen eine ausreichende Thermoregulation (TEMBROCK 1958). Solange sie von der Mutter gewärmt werden, könnten sie vermutlich auch außerhalb des Baues überleben. Eine Schlechtwetterperiode würde aber den sicheren Erfrierungstod bedeuten, wenn sie mit nassem Fell nur kurz alleine gelassen würden. Die Enge des Baues bietet zudem Gewähr, daß die Welpen trotz wenig entwickelter Sinnesleistungen den wärmenden Knäuel der Geschwister finden (LLOYD 1980). Sind sie etwas älter, verhindert der Bau das Verlorengehen bei Abwesenheit der Fähe.

Über die Gefahr, die den Welpen von Raubtieren droht, und den Schutz, den ein Bau in diesem Zusammenhang bietet, liegen keine Daten vor. Sicher bietet ein Bau guten Schutz vor Greifvögeln und Großraubtieren. In Mitteleuropa kommt dabei allenfalls dem Schutz vor großen Hunden Bedeutung zu. Vor Greifvögeln schützt dichte Vegetation, etwa Brombeergebüsch oder dichtes Gehölz, wohl ebenso sicher wie ein Bau.

Sowohl der Schutz vor Nässe und Kälte als auch der Schutz vor dem Verlorengehen und vor Freßfeinden verlieren mit zunehmendem Alter der Füchse an Bedeutung. Zumindest vor Regen schützt ein Bau aber immer besser als ein überirdisches Versteck, und wenn Welpen den Mutterbau verlassen, lange bevor sie sich selbst mit Nahrung versorgen müssen, so muß dies an einem Nachteil der Baubenutzung liegen, der den Vorteil des Regenschutzes übertrifft.

Einen gewichtigen Nachteil bietet Baubenutzung zweifellos im Zusammenhang mit den Bestrebungen zur Reduktion der Fuchsbestände durch Baujagd und Baubegasung. Ob nun Tollwutprophylaxe oder Niederwildhege das Motiv seien, am effizientesten lassen sich Füchse in ihrer Jugend am Bau töten. Mit fortschreitendem Alter der Welpen nimmt dieses Risiko zu, weil die Wahrscheinlichkeit steigt, daß der Mutterbau entdeckt wird. Besonders gefährlich wird es von dem Zeitpunkt an, an dem ein Spielplatz vor dem Bau das Geheck verrät.

Den abnehmenden Schutz-Vorteilen stehen also mit fortschreitendem Alter der Welpen zunehmende Jagdrisiken gegenüber. Zu einem bestimmten Zeitpunkt beginnen die Nachteile zu überwiegen und genau in diesem Moment sollte ein Jungfuchs den Bau verlassen.

Sowohl der Jagddruck (WEBER 1983) als auch das Klima und die Bedrohung durch Freßfeinde sind landschaftsspezifisch unterschiedliche Größen, und entsprechend sollte sich der Zeitpunkt des Verlassens der Mutterbaue großräumig unterscheiden. Ich erwarte

daher bei hohem Jagddruck ein frühes, bei naßkaltem Frühlingsklima ein spätes Aufgeben der Mutterbaue. Andere Anpassungen an hohen Jagddruck wären häufige Bauwechsel, wo das Bauangebot dies zuläßt, oder eine Verschiebung der Wurfzeit in Richtung Sommer. Damit würde die Bedeutung des Mutterbaues hinsichtlich Schutz vor schlechtem Wetter verringert und der Bau könnte deshalb noch früher verlassen werden.

Wenn der Jagddruck unbedeutend ist, müßten Füchse nach den bisherigen Ausführungen zumindest bei Regen immer in Bauen ruhen. Dies trifft jedoch nur solange zu, als sie sich nicht selbst mit Nahrung versorgen müssen. Im nächsten Abschnitt wird gezeigt, welche weiteren Nachteile ein Altfuchs in Kauf nehmen muß, falls er sich entschließt, in einem Bau anstatt einem überirdischen Versteck zu ruhen.

Bedeutung des Baues für Altfüchse

Wenn ein Fuchs im Bau ruht, so ist er in verschiedener Hinsicht besser geschützt als in einem oberirdischen Versteck. Abb. 8 zeigt, von welchen Faktoren das Ausmaß dieses Vorteiles abhängig ist. Kälteschutz braucht ein erwachsener Fuchs bei trockenem Wetter kaum, da sein Pelz hervorragend isoliert (LLOYD 1980). Bei Nässe geht die Isolationswirkung weitgehend verloren, so daß naßkaltes Wetter die Energiebilanz belasten kann.

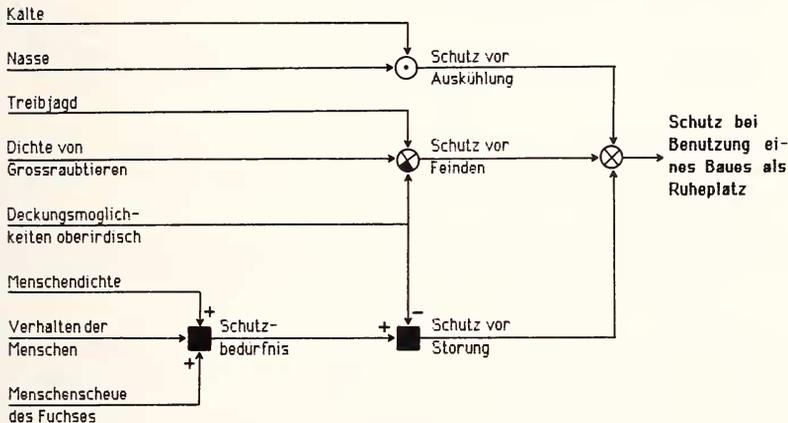


Abb. 8. Hypothetisches Modell über die Steuerung der Fitness-Gewinne, die einem Fuchs bei Benutzung eines Baues als Ruheplatz infolge von Schutzvorteilen entstehen

Die Faktoren, die das Ausmaß der Schutzvorteile steuern, verändern sich im Jahresverlauf: Naßkaltes Wetter ist im Winter am häufigsten. Wegen der unterschiedlichen Vegetationsdeckung stehen im Sommer wesentlich mehr gute oberirdische Verstecke zur Verfügung als im Winter, wobei besonders Getreidefelder hervorragend vor menschlicher Störung schützen. Diese Veränderungen bewirken, daß der Schutzvorteil eines Baues im Sommer sehr gering werden kann. Dies kann in Gebieten mit häufigen Treibjagden allerdings anders sein.

Welche Nachteile muß nun ein Fuchs in Kauf nehmen, wenn er sich entschließt, in einem Bau zu schlafen? Er riskiert erschossen oder vergast zu werden, und er muß möglicherweise einen längeren Weg von und zu seinem Jagdgebiet zurücklegen.

Besonders wenn Baue selten oder örtlich konzentriert, andere Verstecke aber reichlich vorhanden sind, bedeutet Baubenutzung Belastung durch längere Wege (WEBER 1983). Dabei entstehen Nachteile weniger durch den zusätzlichen Energiebedarf für Lokomotion, der um 7% des Grundumsatzes ausmacht (GARLAND, 1983), als durch Belastung des

Zeitbudgets. In Abb. 7 wurde gezeigt, daß durch Welpen an den Bau gebundene Fähen weit entfernte Teile des Streifgebietes nicht mehr aufsuchten.

Wie groß die Kosten durch räumliche Fixierung bei Baubenutzung sind, hängt vom gebietspezifischen Bauangebot, vom Angebot anderer Ruheplätze und der Größe des Streifgebietes ab (Abb. 9). Wenn ein Fuchs aus sozialen Gründen (Welpenaufzucht, Ranz) sowieso regelmäßig einen bestimmten Ort aufsuchen muß, entfallen natürlich diese Kosten, denn der Ort muß aufgesucht werden, ob es sich nun um einen Bau oder einen sonstigen Treffpunkt handelt. In der frühen Aufzuchtzeit, wenn sich die Fähe fast dauernd bei den Welpen aufhalten muß, können diese Kosten sogar negativ werden, d. h. die Fähe würde verlieren, wenn sie nicht den Mutterbau als Ruheplatz wählte, sondern anderswo schlafen ginge.

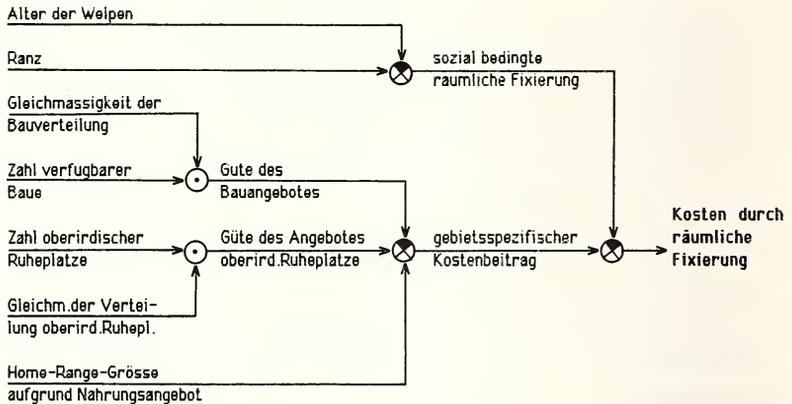


Abb. 9. Hypothetisches Modell über die Steuerung der Fitness-Kosten, die einem Fuchs bei der Wahl eines Baues als Ruheplatz infolge längerer Wege entstehen

Im Jahresverlauf ändern sich deshalb zumindest für Fähen die Kosten durch räumliche Fixierung beträchtlich. Erst nachdem die Jungfuchse seltener aufgesucht werden müssen als ein Ruheplatz, kann Baubenutzung in dieser Hinsicht negativ sein. Wenn im Hochsommer die Vegetation fast überall hervorragenden Schutz gewährt, ist ein Weg zum Bau besonders teuer. Die Verhältnisse zur Ranzzeit sind unklar. Wenn sich, wie MÜLLER-USING (1972) berichtet, in dieser Zeit Ranzgesellschaften mehrerer Füchse regelmäßig versammeln, so kostet Baubenutzung hinsichtlich längerer Wege in dieser Zeit nichts, falls ein Bau als Treffpunkt gewählt wird.

Wenn während der Ranzzeit in unserem Untersuchungsgebiet Baue zwar als Treffpunkte aufgesucht werden, nicht aber als Ruheplätze benutzt werden, so kann dies mit dem Risiko der Baujagd erklärt werden. Auch das Ruhen in direkter Nachbarschaft eines Baues, zumal bei naßkaltem Wetter, erscheint geradezu unsinnig, wenn nicht der Kostenfaktor Jagd berücksichtigt wird. Gleiches gilt für das Ruhen der Fähe in der Nachbarschaft des Mutterbaues, der zur Welpenbetreuung regelmäßig aufgesucht werden muß.

Das Risiko, am Bau getötet zu werden, hängt unter anderem wesentlich davon ab, wie regelmäßig ein bestimmter Bau benutzt wird (Abb. 10). Falls das Bauangebot dies zuläßt, können Füchse durch unregelmäßiges Benutzen vieler verschiedener Baue den Jagddruck mindern. Die Faktoren, die den gebietspezifischen Jagddruck am Bau steuern, wurden an anderer Stelle ausführlich beschrieben (WEBER 1983). Zeitliche Veränderungen des Jagddruckes ergeben sich aus dem Wert des Winterpelzes und dem leichteren Auffinden befahrener Baue bei Schnee und zur Aufzuchtzeit.

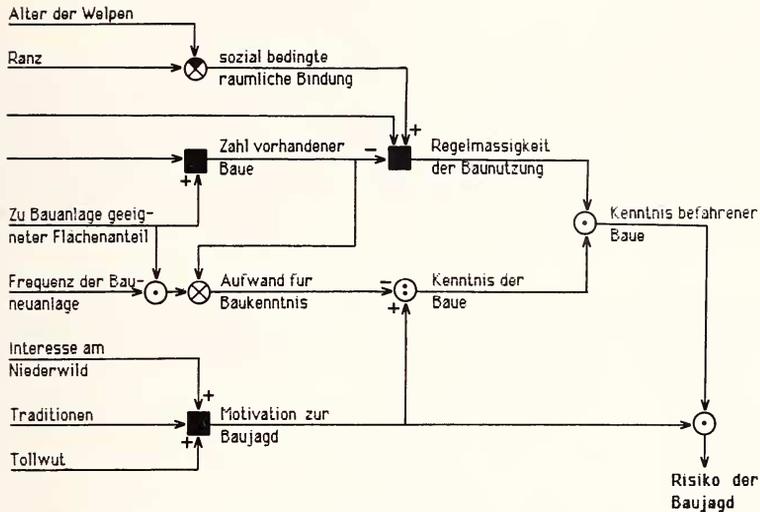


Abb. 10. Hypothetisches Modell über die Steuerung der Fitness-Kosten, die einem Fuchs bei der Wahl eines Baues als Ruheplatz durch das Risiko der Baujagd und -Begasung entstehen

Offene Fragen

Wenn auch die im Saarland beobachteten Baunutzungsmuster durch eine Optimierung von Kosten (räumliche Fixierung, Jagdrisiko) und Nutzen (Schutzvorteile) dieses Verhaltens erklärt werden können, so sagt die Tatsache noch wenig über den Wert der vorgeschlagenen Modelle aus. Um diese zu testen, benötigen wir Daten über die Baunutzung von Füchsen unter Bedingungen, die sich von denen unseres Untersuchungsgebietes bezüglich Klima, Jagddruck sowie Bau- und Versteckangebot unterscheiden. Besonders wertvoll wären Untersuchungen, die Langzeit-Veränderungen der Baubenutzungsmuster parallel zu Veränderungen der genannten Parameter dokumentierten. Bezüglich des Einflusses der Baujagd bzw. Begasung auf die Baunutzung des Fuchs liegen bereits erste Angaben vor (WANDELER et al. 1974).

Sollte sich zeigen, daß Füchse bei der Wahl ihrer Ruheplätze tatsächlich optimal entscheiden, bliebe natürlich zu klären, in welcher Weise die Entscheidungen den jeweiligen Bedingungen angepaßt werden. Welche Rolle bei solchen Vorgängen genetische oder kulturelle Evolution, individuelle Erfahrungen oder gar einsichtiges Verhalten spielen, ist in jedem Falle wesentlich für das Verständnis der sprichwörtlichen Anpassungsfähigkeit des Fuchses.

Danksagungen

Diese Arbeit wäre ohne die Hilfe zahlreicher Personen nicht zustande gekommen. Besonders zu danken ist J. GEPPERT, der einen Großteil der telemetrischen Dauerbeobachtungen durchführte. S. FUNK, W.-D. GÜRTLER, H. HOFER, M. HERRMANN, F. LABHARDT, M. TRINZEN und B. WAAS halfen bei Baukontrollen, Telemetriebeobachtungen und Ansitzen. E. ZIMENS Ratschläge und Kritik begleiteten die Untersuchungen von der Planung bis zum Verfassen des Manuskriptes; dafür, und auch für die Aufnahme in seine Fuchsgruppe sei ihm hier besonders herzlich gedankt. Das Umwelt-Bundesamt (Berlin) gewährte finanzielle Unterstützung.

Zusammenfassung

Untersucht wurden die Baunutzungsmuster von Füchsen (*Vulpes vulpes* L.) im Saarland. Auf zwei Probeflächen wurde die Benutzung von 107 Bauen während eines Jahres regelmäßig kontrolliert. Weitere Information wurde durch die Beobachtung von 36 freilebenden Füchsen mit Hilfe der

Radiotelemetrie gewonnen, wobei 7 adulte Füchse über Zeiträume von mehreren Monaten beobachtet werden konnten.

Nur Welpen und Fähen während der frühen Aufzuchtzeit verbrachten ihre Ruhezeit mehrheitlich in Bauen. Im Winter ruhten die Füchse bei naßkaltem Wetter gelegentlich in einem Bau, doch schließen sie auch bei solchen Bedingungen meist an oberirdischen Ruheplätzen. Baue wurden wesentlich häufiger aufgesucht als betreten. Im Sommer wurden die Baue praktisch nie benutzt.

Ein Modell zur Erklärung der beobachteten Baunutzungsmuster wird vorgeschlagen. Danach werden bei der Entscheidung, ob in einem Bau oder einem oberirdischen Versteck geruht werden soll, drei gebiets- und zeitabhängige Größen optimiert.: 1. Der zusätzliche Schutz, den ein Bau bietet, 2. längere Wege, die bei Baubnutzung in Kauf genommen werden müssen, 3. das Risiko der Baujagd.

Literatur

- BURROWS, R. (1968): Wild Fox. New York: Taplinger publishing co.
 FAGER, E. W. (1957): Determination and analysis of recurrent groups. *Ecology* 38, 586–595.
 GARLAND, T. (1983): Scaling the ecological cost of transport to body mass in terrestrial mammals. *American Naturalist* 121, 571–587.
 GESNER, C. (1606): Thierbuch. Heidelberg.
 GÜRTLER, W.-D.; ZIMEN, E. (1982): The use of baits to estimate fox numbers. *Comp. Immun. Microbiol. infect. Dis.* 5, 277–283.
 KLENK, K. (1969): Ökologische Beobachtungen am Rotfuchs, *Vulpes vulpes* (L.). *Revue Suisse de Zoologie* 76, 648–656.
 LLOYD, H. G. (1980): The red fox. London: Batsford.
 LOENS, H. (1916): Aus Forst und Flur. Leipzig: Strobbe.
 MÜLLER-USING, D. (1972): Rotfüchse. In: Grzimeks Tierleben. Hrsg. von B. Grzimek. Zürich: Kindler: Bd. 12, 247–253.
 NEAL, E. (1971): The Badger. London: Collins.
 TEMBROCK, G. (1958): Zur Ethologie des Rotfuchses, unter besonderer Berücksichtigung der Fortpflanzung. *Zool. Garten* 23, 289–532.
 WANDELER, A.; MÜLLER, J.; WACHENDÖRFER, G.; SCHALE, W.; FOERSTER, U.; STECK, F. (1974): Rabies in wild carnivores in central Europe III. Ecology and biology of the fox in relation to control operations. *Zbl. Vet. Med.* 21, 765–773.
 WEBER, D. (1983): Lage und Verteilung der Fuchsbaue in verschiedenen Landschaften des Saarlandes. *Zool. Anz.* 211, 237–263.
 ZIMEN, E. (1982a): Tollwut, Fuchs und Mensch. *Die Pirsch* 34, 352–357; 432–435; 516–519.
 — (1982b): The effect of rabies on different fox populations in south-west Germany. *Comp. Immun. Microbiol. infect. Dis.* 5, 257–264.

Anschrift des Verfassers: Darius Weber, Kirchgasse 5a, CH-4118 Rodersdorf, Schweiz

Widerristhöhe und Langknochenmaße bei Pferden – ein immer noch aktuelles Problem

Von E. MAY

Eingang des Ms. 6. 5.1985

Abstract

Withersheight and dimensions of long bones of horses – still an actual problem

Discussed comparatively the meanwhile classical works of KIESEWALTER (1888) and VITT (1952) to calculate the withersheight of horses by elements of a skeleton. This work demonstrates that VITT's table is to understand as a result of a regression calculation. Isometry can be proved for the relations of the length of the large limb bones and the withersheight by allometrical researches. Therefore it is suggested to determine the withersheight by factors out of the largest of the limb bones as the easiest way instead of O. VITT's table. Beside statistically studies for the relevancy of these calculations are presented.